

УДК [355.01(470+571:477):351.865(477)]"2014/2024"
<https://doi.org/10.33402/zuz.2023-19-167-180>

Emilia KAZAN

PhD

Associate Professor of the Department of Military History

Hetman Petro Sahaidachny National Army Academy

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0997-6945>

e-mail: kazan.emilia@gmail.com

Oryslava HOLUBOVSKA

Head of the study room

Hetman Petro Sahaidachny National Army Academy

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4635-3445>

e-mail: orusyag@gmail.com

Igor ZABOLOTNIUK

professor of the Department of Tactics

Hetman Petro Sahaidachny National Army Academy

PhD student

of the I. Krypiakevych Institute of Ukrainian Studies of the NAS of Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6153-1110>

e-mail: igor171976@ukr.net

BROŃ BIOLOGICZNA JAKO POTEŻNE ZAGROŻENIE MILITARNE

W artykule dokonano analizy strat sanitarnych-bojowych i pozabojowych podczas działań wojennych różnych okresów. Zauważono, że armia, podobnie jak cała ludzkość, bardziej ucierpiała z powodu epidemii niż broni. Należy zauważyć, że broń biologiczna w celu sztucznego wywołania epidemii była używana od czasów Tatarów mongolskich aż do Pierwszej i Drugiej wojny światowej. Broń biologiczna jako broń masowego rażenia była zakazana przez dokumenty międzynarodowe, jednak wiodące państwa świata, w szczególności ZSRR, produkowały broń biologiczną w warunkach tajemnicy, sprzecznie z międzynarodowymi układami.

Lata 70-ch XX w. to powstanie nowej nauki biologicznej – inżynierii genetycznej, a koniec lat 80-ch XX w. to odkrycie technologii CRISP (Skupione regularne przeplatane krótkie powtórzenia palindromiczne-w dalszej części artykułu używamy – CRISPR) jako techniki edycji genomów mikroorganizmów, roślin, zwierząt i człowieka. Próby wykorzystania inżynierii genetycznej do produkcji nowej, genetycznie zmodyfikowanej broni biologicznej zostały z inicjatywą przez ZSRR.

W dzisiejszych warunkach szybkiego rozwoju biotechnologii tania i szybka metoda CPISPR powoduje występowanie sztucznych wirusów, odpornych genetycznie zmodyfikowanych szczepów oraz sprzecznych dziedzicznych zmian genomu człowieka. Technologia CRISPR może być stosowana do produkcji biogenetycznej broni, która działa na odpowiednią grupę żołnierzy według określonych cech (wiek, płeć itp.). Rozwój broni biologicznej przez wiodące kraje świata (USA, Chiny, Rosja) może doprowadzić do nowego wyścigu uzbrojeń, a jej użycie jako broni masowego rażenia wywołuje zagrożenie wobec istnienia ludzkości.

Słowa kluczowe: broń biologiczna, epidemia, wąglik, CRISPR.

Dziś świat ma świadomość, że użycie broni biologicznej jako broni masowego rażenia może spowodować śmierć wszystkich istot żywych na planecie. Można ją wykorzystać w wojnach, lokalnych konfliktach i atakach terrorystycznych. Dlatego ważne są środki, zapobiegające produkcji i rozpowszechnianiu broni bakteriologicznej i toksycznej w krajach, które jej wcześniej nie posiadały, ponieważ broń biologiczna jest niebezpieczna, podobnie do broni nuklearnej.

Istnieje zagrożenie światowego bezpieczeństwa biologicznego w przypadku celowego wykorzystania osiągnięć naukowych przeciwko ludziom; istnieniu technologii i sprzętu o podwójnym przeznaczeniu; zagrożenia ze strony zmiany genomu organizmów; są przypadki «nieuprawnionego» wycieku substancji biologicznych z poza granic ośrodków badawczych lub innych instytucji z nimi współpracujących.

Cel artykułu – przegląd historyczny epidemii w czasach wojen i lokalnych konfliktów i ich wpływ na działania bojowe, analiza produkcji i badań broni biologicznej w ZSSR oraz zagrożenia ze strony zmiany genomu organizmów i technologii CRISPR dla sfery militarnej.

Dany problem często omawiany w licznych pracach wojskowych naukowców-lekarzy, epidemiologów, historyków. Zwrócono szczególną uwagę na bioterroryzm. Sposoby walki z nim opisywali profesorzy R. Sibirna, A. Sibirny, W. Mychajluk. Naukowcy z Ukrainiejskiej Wojskowej Akademii medycznej, Centrum Innowacyjnych Technologii Medycznych Narodowej Akademii Nauk Ukrainy, Centrum Medycyny Prewencyjnej, Głównego Centrum Medycznego Ministerstwa Spraw Wewnętrznych Ukrainy, Głównego Wojskowego Centrum Medycznego zwłaszcza taki jak W. Jakimec, W. Peczyborszcz, I. Ogorodnijczuk opisywali sposoby i środki obrony medycznej w razie użycia broni biologicznej, sposoby ujawnienia śmiertelnie nośnych bakterii i wirusów, ich szczepów bojowych, sztucznie wyprodukowanych. W pracach naukowców szczegółowo podane główne cechy broni biologicznej, jej użycie do ataków terrorystycznych oraz sposoby walki z bioterroryzmem.

Pozatym nie zrobiono historycznej analizy znaczenia i wpływu epidemii na ciąg i na wynik wojny oraz szczegółowych badań na temat rozwoju i produkcji broni biologicznej, zwłaszcza w ZSSR. A także nie wyświetlono miejsca w rozwoju broni biologicznej nauki biogenetyki i biotechnologii CRISPR, możliwości wykorzystania biotechnologii CRISPR do celów militarnych i genetycznych modyfikacji organizmów, również ludzkiego genomu.

Od wieków ludzkość cierpiała nie tylko z powodu wojen, ale również towarzyszących im epidemii chorób, w tym szczególnie niebezpiecznych. Medycyna często była bezsilna wobec epidemii chorób. W ciągu historii ludzkości, światowe epidemie pochłonęły życie milionów mieszkańców planety. Czasami liczba zgonów z powodu choroby przewyższała liczbę zgonów w czasie wojny. A konflikt zbrojny często doprowadzał do rozpowszechnienia choroby. Każdej wojnie towarzyszyły epidemie, często tyfus, gdyż wiąże się to z siedzeniem w okopach (zaludnieniem okopów), brakiem higieny, pobycem w szpitalach,

na etapach ewakuacji medycznej, z przerzutem wojsk, z migracją zdemobilizowanych żołnierzy do miejsc zamieszkania, a tyfus zwłaszcza z rozpowszechnieniem wszawicy. Wszystko wyżej wymienione doprowadzało do rozwoju epidemii, a wojsko, objętę epidemią, wkraczając na terytorium wroga, było źródłem i szerzycielem choroby. Na przykład, jeśli chodzi o Hiszpankę, to jej pierwsze przypadki zadokumentowane w Stanie Kansas w Stanach Zjednoczonych na początku 1918 r., a do Europy ta niebezpieczna choroba została przywieziona przez wojska amerykańskie, wysłane na front I wojny światowej do Francji.

Pandemiczny koronawirus XXI w. o nieznanym pochodzeniu spowodował nowe wyzwania przed medycyną światową, a w szczególności przed wojskową, oraz zmusił światową medycynę do pracy w napięciu. W okolicznościach wojny ten problem w naszym państwie również jest bardzo aktualny i wymaga aktywizacji i konsolidacji wysiłków ukraińskich naukowców.

Co do strat w personelu wojskowym w czasie wojny to są one nieodwracalne i sanitarne. Do nieodwracalnych należą polegli, jeńcy, osoby zaginione oraz zmarłe w szpitalach. Do strat sanitarnych zaliczamy żołnierzy poranionych i chorych. Straty sanitarne dzielą się na bojowe i niebojowe. Chorzy należą do strat niebojowych. Już w 1915 r. mikrobiolog Lew Aleksandrowicz Tarasewicz przekonywał, że choroby zakaźne w czasie wojny przynoszą więcej strat niż sama wojna. Nieodwracalne straty z powodu epidemii w XVII i XVIII w., i na początku XIX w. dominowały o 2–6 razy nad stratami od jakiejkolwiek broni. Według niemieckiej statystyka Georga Friedricha Kolba w ciągu 133 lat wojen europejskich w latach 1733–1865 zginęło ponad 8 milionów ludzi – 1,5 miliona z powodu ran i 6,5 miliona z powodu chorób, w stosunku 1:4,5 (Беляков, Belakow, 1978, s. 213–230).

W okresie od 1815 do 1914 r. w wojnach kolonialnych nieodwracalne straty z powodu epidemii stanowiły 77 % od wszystkich nieodwracalnych strat. Granica między wojnami o wysokim poziomie śmiertelności z powodu chorób i o niższym poziomie – to koniec XIX i początek XX w. Wtedy rozpoczęto badania bakteriologiczne i wynalezienie szczepionek, w szczególności przeciwko tyfusowi przez lwowskiego naukowca Rudolfa Weigla (Kazan, Hołubowska, 2020 Казан, Голубовська, 2020).

W wyniku pandemii «grypy hiszpańskiej», która rozpoczęła się w ostatnich miesiącach I wojny światowej i trwała około 18 miesięcy w latach 1918–1919, zmarło od 50 do 100 milionów ludzi (znacznie mniej – do 20 milionów zmarło w wyniku działań wojennych) (Ткачук, Ткачук 2012, с. 193).

W czasie II wojny światowej armia niemiecka ciągle cierpiała na ogromną liczbę chorób. Z powodu chorób zmarło 125 000 niemieckich żołnierzy i oficerów. W armii japońskiej statystyka była również bardzo znacząca: liczba chorych żołnierzy – 4,5 mln – była nieco mniejsza, niż liczebność całej armii (5,5 mln) (Mosow, Czubina, Мосов, Чубина, 2021).

Zdażało się kiedy wojnie towarzyszyło odkrycie nowych, nieznanych dotąd chorób. Tak w I wojnie światowej pojawiły się nowe choroby zakaźne – gorączka okopowa (która dotknęła 700 tys. w armiach sojuszników i zniknęła od razu po wojnie), paratyfus-A i epidemiczne letargiczne zapalenie mózgu. Prawdopodobnie było to związane z trwałym siedzeniem w okopach podczas wojny pozycyjnej.

Oczywiście, że ludzkość, która nieustannie toczy wojny, pragnie wykorzystać epidemię, w tym jej patogeny i szczepy patogenów do celów militarnych i niszczenia wroga. Celowe zarażanie wojsk przeciwnika chorobami zakaźnymi podczas wojen początkowo było zrealizowane przez przeżucanie zakażonych zwłoków ludzi albo zwierząt do oblężonych miast. Wiadomo, że Tatarzy w 1346 r. podczas oblężenia Kafy zarazili ludność miasta

dżumą, a kupcy, uciekając statkiem z Kafy do Włoch, sprowadzili dżumą do Europy. Tak więc Żółtą Ordę można uznać jako pierwszą, która użyła broni biologicznej w celu zniszczenia wroga szlakiem zarażenia szczególnie niebezpieczną chorobą, powodującą epidemię.

W 1683 r. Anthony Wan Lewenhuk wynalazł i opisał bakterie, dlatego można to uznać za punkt startu do wynalezienia również i broni bakteriologicznej. Ale pierwsze celowe eksperymenty rozpoczęto dopiero dwieście lat później (Jakymec i in., Якимець та ін., 2022, s. 68).

Do broni biologicznej należy: biologiczny czynnik aktywny (bakterie, riketsje, wirusy, toksyny bakteryjne, grzybicze, roślinne i zwierzęce); pojemnik (zbiorniki czynnika aktywnego); środek przenoszenia i dyspersji (pociski, bomby, rakiety, samoloty rolnicze, pojemniki aerozole). Broń biologiczna bardzo łatwa w produkcji (wykorzystanie bazy przemysłu farmaceutycznego, fermentacyjnego, drobnych laboratorium); bardzo tania i niezwykle skuteczna. Jest niewidzialna w czasie ataku, łatwa do ukrycia i przenoszenia. Niezwykle trudne jest szybkie rozpoznanie przyczyny zachorowań i zgonów w skutku użycia broni biologicznej, oraz objawy choroby są często nietypowe i mylące. Patogeny mogą być otrzymane przy pomocy inżynierii genetycznej specjalnie jako narzędzie ataku biologicznego. Ich cechy to: dostępność, łatwość produkcji i rozsiewania, powodowanie wysokiej śmiertelności, katastrofalne skutki dla zdrowia publicznego (Wojskowe).

Ponieważ broń biologiczna jest bronią masowego zniszczenia ludzi, to epidemie w czasach wojny, spowodowane rozpowszechnianiem patogenów oraz ich sztucznie wyprodukowanych szczepów bojowych jako broni biologicznej, uważano za poważny problem.

Podczas I wojny światowej nie odnotowano użycia broni biologicznej przeciwko ludziom. Niemcy dokonywały ataków biologicznych na zwierzętach (głównie konie i bydło), natomiast nie godziły się na wykorzystanie tej broni przeciwko ludziom (choć zainfekowanie nosacizną i wąglikiem zwierząt w 1915 r. przez niemieckiego agenta Antona Diglera spowodowało także kilkaset zachorowań wśród żołnierzy). Praktyk takich zakazywało piśmo sztabu generalnego z 1902 r. Wówczas stosowano na dużą skalę broń chemiczną, więc użycie broni biologicznej musiało być tylko kwestią czasu (Kopeć, 2014).

Oby wyprodukować broń bakteriologiczną – broń masowego rażenia, której aktywną substancją są bakterie, wojskowi mikrobiolodzy wykorzystują przede wszystkim patogeny, wywołujące szczególnie niebezpieczne infekcje, takie jak wąglik, dżuma, tularemia, nosacizna, melioidoza, cholera, brucelozę. W ostatnich dziesięcioleciach aktywnie zajmują się wykorzystaniem legionelli (legionelloza-choroba legionerów, która ostatnio ukazała się w Rzeszowie) do potrzeb wojskowych.

Czynnikami broni biologicznej są wirusy, bakterie, grzyby, riketsje, przekazane przez zakażonych nosicieli-pchły, wszy, komary, zakażone artykuły gospodarstwa domowego (odzież, obuwie, żywność), zakażone zwierzęta. Broń biologiczna to bomby, pociski, miny, narzędzia bojowe, wypełnione czynnikami biologicznymi i stosowane w celu masowego zniszczenia ludzi. Używano jako broń biologiczną zakażonych nosicieli, umieszczonych w specjalnych pojemnikach i transportowanych stratostatami lub balonami z powietrzem, których nie potrafi zapełnić kontrola graniczna, w celu rozpowszechniania ich na terytorium przeciwnego państwa. Używano również jako broń biologiczną rozpraszające zakażone aerozole, zakażone artykuły, zakażone zwierzęta (Від чуми, 2020).

Jednak najskuteczniejszym sposobem zakażenia ludzi jest sposób aerozolny. Człowiek oddycha patogenem i zaraża się. Niebezpieczeństwo ze strony owadów, pcheł, wszy jest mniejsze. Ponieważ ugryzienie przez skórę nie jest tak niebezpieczne, jak wdychanie zanieczyszczonego powietrza. Proszek lub płyn łatwiej rozpryskać w powietrzu. Natomiast

komary lub wszy szybko spadają, i strefa urażania nie będzie duża. A używanie broni biologicznej wymaga osiągnięcia maksymalnego efektu.

Według WHO (Światowa Organizacja Zdrowia) na liście broni biologicznej znajdują się bakterie, toksyny, grzyby i organizmy modyfikowane genetycznie, a wśród nich szczególnie groźne infekcje: dżuma, wąglik, ospa, cholera, tularemia, tyfus, krztusiec, gorączka Ku, gorączka Eboli, botulizm. Broń biologiczna jest niebezpieczna, ponieważ choroba nie ujawnia się od razu, a po okresie inkubacji, podczas którego choroba przenosi się od zarażonej osoby na zdrowych ludzi, powodując epidemię. A produkcja odtrut lub szczepionek wymaga długotrwałych badań naukowych, rozciągniętych w czasie (Від чуми, 2020).

Wraz z rozwojem inżynierii genetycznej pojawił się inny rodzaj broni biologicznej – biogenetyczna, która polega na zmianie genomu organizmów, ale nad tym zastanowimy się później.

Broń biologiczna uznana jako broń masowego rażenia, bo używana do masowego rażenia żywych organizmów w celu pokonania i wyniszczenia przeciwnika. Broń biologiczna jest niebezpieczną i niekontrolowaną, dlatego jej używanie zostało uregulowane przez Protokół Genewski, od 17 czerwca 1925 r. zakazujący używania na wojnie gazów duszących, trujących lub podobnych oraz środków bakteriologicznych. Nie zabroniono jednak ich produkcji i przechowywania. Protokół Genewski został również podpisany i przez ZSRR.

Pierwsze wspomnienie o początku produkcji broni biologicznej w ZSRR należy do 1926 r. ZSRR jako pierwszy zaangażował się w broń biologiczną. Niemcy nie mieli do tego prawa na podstawie umowy wersalskiej, a Stany Zjednoczone zaczęły prace w tej dziedzinie po 1941 r. Natomiast ZSRR w tym celu założył 15 sierpnia 1925 r. Wojskowy Wydział Chemiczny Armii Czerwonej, na czele którego stanął Jakob Fishman. Już w maju 1926 r. wynaleziono stabilny i bardzo patogenny szczep wąglika, który trwał do 10 minut w stanie wrzenia. Wyprodukowano zarówno płucną i jelitową odmianę. Ponadto wynaleziono suchą toksynę botulinową, która była rozpuszczalna w wodzie i doprowadzała do śmierci. W 1927 r. kontynuowano prace nad szczepem wąglika. A już w lutym 1928 r. J. Fiszman odraportował Komisarzu Obrony K. Woroszyłowu, że wyprodukowane zarodniki wąglika są śmiertelne i mogą być użyte w czasie wojny. Rozpryskane w powietrzu i wdychane przez płuca, powodują śmierć w ciągu 48 godzin (Фьодоров, Fiodorow, 2005).

Rozwój i produkcję broni chemicznej i biologicznej w połowie lat 20-ch ubiegłego wieku uregulował międzynarodowy dokument «Protokół w sprawie zakazu użycia na wojnie gazów duszących, trujących lub innych podobnych gazów i środków bakteriologicznych», podpisany w Genewie w czerwcu 17, roku 1925 przez przedstawicieli 38 państw. Do tego dokumentu ZSRR dołączył 2 grudnia 1927 r. Już przed podpisaniem ZSRR przygotowywał się do wojny biologicznej pod nadzorem radzieckich służb specjalnych. Wszelkie informacje o epidemiach w ZSRR, były tajemnicą państwową, a prawda była nieznana ludności.

Natychmiast po podpisaniu Protokołu Genewskiego przez ZSRR, wspomniany Wydział Chemiczny Armii Czerwonej rozpoczął badania broni biologicznej. Zorganizowano laboratorium z produkcji szczepionek i serum na potrzeby wojska i również wojny biologicznej. Sprawa nie zakończyła się na wągliku. Radzieccy mikrobiolodzy M. Haiskij i W. Elbert zostali laureatami Nagrody Stalina nie tylko za wynalezienie szczepionki przeciwko tularemii, ale także za wynalezienie bojowego szczepu tularemii jako środka broni biologicznej. Tego szczepu użyto w 1942 r. w bitwie pod Stalingradem, przeciwko niemieckim oddziałom Paulusa, przez zakażonych tym szczepem myszy. Był to trudny okres dla Armii Czerwonej. Na korzyść sztucznie wywołanego wybuchu epidemii tularemii w 1942 r. świadczy fakt, że

zachorowało wtedy pod Stalingradem 100 tys. osób, a w 1941 r. i 1943 r. w całym Związku Radzieckim było tylko 10 tys. chorych osób. Ponadto 70 % wojskowych zachorowało na płucną postać tularemii, która mogła powstać w skutku zakażenia sztucznym szczepem tularemii. Pierwszymi ofiarami tularemii były niemieckie oddziały pancerne, które późnym latem 1942 r. zachorowały w tak dużej liczbie, że kampania hitlerowska na południu Rosji czasowo ustała. Dowództwo radzieckie przerzuciło na ten teren dziesięć polowych szpitali wojskowych, co świadczy o niezwykłym wzroście liczby przypadków.

Większość czasopism opisywało tę chorobę jako naturalną epidemię, ale nigdy wcześniej w Rosji nie było takiej rozpowszechnionej epidemii. W 1943 r. liczba zakażonych powróciła do dziesięciu tysięcy. Wydawało się dziwne, że tak wielu mężczyzn na początku zachorowało na tę chorobę tylko ze strony niemieckiej. Przeciwnicy byli tak blisko siebie, że równoczesny wybuch był prawie nieunikniony. Jedynym wyjaśnieniem może być duża ilość tularemii, wypryskana w stronę oddziałów niemieckich. Nagła zmiana kierunku wiatru lub zarażone myszy, przechodzące przez linie frontu, zarażały żołnierzy, i choroba rozprzestrzeniła się po całym froncie (Alibek, Алибек, 1999, c. 30). Jeszcze w 1941 r., przed bitwą pod Stalingradem, w Kirowie w sekretnym laboratorium była wyprodukowana broń biologiczna na podstawie tularemii. Niewątpliwie ta broń została użyta w bitwie pod Stalingradem.

Epidemia pod Stalingradem nie została zapomniana przez radzieckich strategów wojny biologicznej. W latach powojennych radzieckie naczelne dowództwo zwróciło swoją uwagę na zastosowanie broni biologicznej na zapleczu przeciwnika, ponieważ tam nie było niebezpieczeństwa zarażenia własnych wojsk.

Stalingrad był sprawdzianem przetrwania Związku Radzieckiego, jego stracenie oznaczało by stracenie przemysłowego serca na Uralu. Po tej bitwie wojna prawie została przegrana przez Niemców. A to doświadczenie użycia broni biologicznej podczas II wojny światowej nie było jedynym. Na froncie krymskim latem 1943 r. wybuchła epidemia gorączki Ku wśród wojsk niemieckich. Wcześniej w ZSRR tej choroby nie było. Jej zjawisko było związane z odpowiednimi badaniami w Instytucie biologicznym w Kirowie. W Kirowie i regionie działały dwa ważne ośrodki. Instytut Mikrobiologii produkował broń biologiczną na podstawie wąglika, melioidozy, brucelozы, tularemii, tyfusu i gorączki Q. Instytut produkował i zbierał także zarazki dżumy (Napieralska, 2022, p. 64–74).

Co do innych państw, to w latach 30 i 40 XX w. broń biologiczną na dużą skalę używali Japończycy. Prowadzili oni zbrodnicze badania na ludziach w Mandżurii w Jednostce 731 (dowodzonej przez gen. Ishii Shiro). Powołana w 1932 r. jednostka specjalna 731 armii japońskiej stacjonowała na okupowanych obszarach Chin. Wiadomo o podobnych oddziałach 100 i 516. W oddziale 100 natomiast zajmowali się chorobami koni w celu dotarcia do kawalerii wojsk chińskich i radzieckich. Do zakażenia koni ten oddział używał laseczki dżumy i wąglika. Chemiczna i bakteriologiczna broń zabiła około 2 milionów Chińczyków.

W czasie II wojny światowej Niemcy zgromadzili zapasy botuliny i istniała możliwość ich zastosowania podczas lądowania w Normandii.

W latach 70 i 80 XX w. botulina była głównym czynnikiem biologicznym, testowanym w Związku Radzieckim, a w stacji doświadczalnej Aralsk 7 na Wyspie Odrodzenia wyodrębniono m. in. gen. odpowiedzialny za wytwarzanie tej trucizny (Wojskowe).

Jeśli chodzi o Stany Zjednoczone, to prezydent Franklin Ruzvelt zdecydował o badaniach broni biologicznej w 1943 r. Badania te prowadzono w amerykańskim stanie Maryland w Test Centrum Fort Detrick. Znanym badaniem tego ośrodka była operacja Whitecoat, która trwała od 1954 do 1973 r. W tym czasie na terenie Fort Detrick, na grupie

ochotników Armii USA przeprowadzano eksperymenty biologiczne. Grupa ochotników została celowo zakażona patogenami niebezpiecznych chorób. Również sprawdzano na ochotnikach działanie szczepionek i innych odtrutek. Były to szczepionki przeciwko żółtej gorączki, a także leki przeciwko gorączce Ku oraz tularemii. Czynniki sprawcze wymienionych chorób są znane jako broń biologiczna (Від чуми до сибірської виразки, 2020).

Program badań broni biologicznej został zamknięty w 1969 r. Laboratorium w Fort Detrick został Wojskowym Medycznym Instytutem Badań Chorób Zakaźnych Stanów Zjednoczonych, którego głównym zadaniem było zwalczanie zagrożeń biologicznych.

Aby zatrzymać produkcję śmiertelnej broni biologicznej, 10 kwietnia 1972 r. została sporządzona i otwarta do podpisu «Konwencja o Zakazie Prowadzenia Badań, Produkcji i Gromadzenia Zapasów Broni Bakteriologicznej (Biologicznej) i Toksycznej oraz o Ich Zniszczeniu». Był to międzynarodowy dokument, który uzupełnił Protokół Genewski, zakazujący używania na wojnie gazów duszących, trujących lub innych podobnych gazów i środków bakteriologicznych, podpisany 17 czerwca 1925 r. Zadziałała Konwencja 26 marca 1975 r., kiedy 22 państwa złożyły dokumenty ratyfikacyjne Sekretarzowi Generalnemu ONZ. Podpisał Konwencję i ZSRR, ale wkrótce znów rozpoczął na szeroką skalę prace w dziedzinie produkcji broni biologicznej.

Przykładem tego była epidemia wąglika, która wybuchła w Swierdłowsku w kwietniu–maju 1979 r. Oficjalnie uznaną przyczyną epidemii w ZSRR było zakażenie ludzi wąglikiem z powodu spożycia zakażonego mięsa krów. Wojskowe miasteczko Swierdłowsk-19 zrobiło się miejscem śmierci jego mieszkańców. W rzeczywistości przyczyną stał się wyciek zarodników niebezpiecznej bakterii w postaci chmury aerozolu z przewodów wentylacyjnych laboratorium wojskowego produkcji broni biologicznej. Mikrobiolodzy wojskowi miasteczka wojskowego Swierdłowsk-19 wyprodukowali szczep bojowy wąglika, który urażał tylko mężczyzn w wieku 24–45 lat. W 99 % przypadków chorowali tylko mężczyźni. Wśród zmarłych 80 % to mężczyźni. Zdolność tej broni biologicznej do wybiórczego rażenia tylko mężczyzn udowodnia to, że DNA bakterii zostało sztucznie zmienione. Powodem do produkcji takiej broni było pokonać żołnierzy armii zachodnich. Choroba została przeniesiona drogą powietrzną, która nie jest właściwą dla tego rodzaju zakażenia (spożycie zakażonego mięsa) wąglika. Nieznana jest również liczba ofiar, gdyż sowieckie statystyki podawały nieprawdziwe dane – uważano, że z tego wojskowego miasteczka zginęło 500 żołnierzy (Didur, Дідур, 2020).

Patologoanatom Faina Afanasiewna Abramowa stała się znana z tego, że pierwsza na podstawie sekcji zwłok zidentyfikowała wąglika w okresie epidemii w Swierdłowsku w 1979 r. Byli to dwaj pacjenci, zmarli w skutku wylewu krwi do mózgu, ale sekcja zwłok ukazała nietypowy wylew krwi na ogromnym obszarze błon mózgowych. Przeprowadzono badania bakteriologiczne biomateriału obu zwłok, w których znaleziono bakterię wąglika. Faina Abramowa i Lew Grinberg przeprowadzili 42 autopsje i zapisali dokumenty, które zostały opublikowane 12 lat później. Patolog Lew Grinberg w 2001 r. opowiedział hiszpańskiej dziennikarce Pilar Bonet o różnicie pomiędzy objawami zwykłej postaci płucnej wąglika a tą, która zabiła ludzi w Swierdłowsku. Choroba w Swierdłowsku była spowodowana mieszkanką czterech szczepów wąglika, nieznaną dla medycyny i nieistniejącą w naturze (Kanyhin, Книгин, 2018).

W związku z wybuchem epidemii w 1981 r. KPZR i Rada Ministrów ZSRR podjęły decyzję o przeniesieniu produkcji szczepów bojowych wąglika ze Swierdłowska do Stepnogorska, który właśnie w owym czasie był sowieckim sekretnym miastem, ukrytym, nie zaznaczonym na mapach, a w sowieckich dokumentach mianowany Celinogradem – 25.

Pracował tam w latach 1983–1987 znany sowiecki mikrobiolog K. Alibekow, pod kierownictwem którego bojowe szczepy wąglika oraz wirusa Marburg produkowano na masową skalę. Produkcję tej broni biologicznej zawieszono w 1987 r.

Oprócz naukowo-przemysłowego centrum badania i produkcji broni biologicznej w Stepnogorsku, na Morzu Aralskim na Aralskiej wyspie znajdował się sowiecki sekretny poligon, teren którego z samolotu opryskiwano śmiertelnościami szczepami – tularemia, wąglikem, dżumą, gorączką Ku i przeprowadzano eksperymenty na utrzymywanych na wyspie małpach. Wojskowi epidemiolodzy wykorzystywali martwych małp do badań nie przypadkowo, ponieważ ich narządy oddechowe są najbardziej podobne do ludzkich.

O ile w ZSRR wszystkie badania były przeprowadzane w warunkach absolutnej tajemnicy, opinia publiczna dowiedziała się o nich z reguły od naukowców, którzy opuścili kraj. Najdoskonalszy radziecki ekspert od broni biologicznej, który uciekł do Anglii, Włodzimierz Pasiczyk opowiedział o założonym w 1981 r. koncernie «Biopreparat», który zajmował się kwestiami walki biologicznej. Pasiczyk potwierdził, że właśnie przez «Biopreparat» w 1987 r. wyprodukowana była najgroźniejsza odmiana dżumy. Dzięki temu w 1987 r. ZSRR miał wydajność produkcyjną «superdżumy» do 200 kg rocznie. Mogła ona wyniszczyć 500 000 osób (История, 2004).

Wśród sowieckich naukowców, takich jak Władimir Pasiczyk, który znaleźli się na Zachodzie, był i wyżej wymieniony mikrobiolog Stepnogorska Alibekow Kenadżan Bajzakowicz, pułkownik i profesor, który w latach 1988–1992 był pierwszym zastępcą dyrektora koncernu «Biopreparat». Po opracowaniu w 1983 r. broni biologicznej opartej na szczepie tularemii, w 1985 r. obronił sekretną rozprawę doktorską, a w 1989 r. – doktorat z przemysłowej produkcji wąglika. W 1992 r. wyjechał do Stanów Zjednoczonych, gdzie wydawnictwo Random House opublikowało jego książkę «Biohazard». Alibekow potwierdził, że sowieccy naukowcy próbowali przekształcić wirusa AIDS w broń biologiczną, a stało się to w czasach Gorbaczowa i nawiązywania kontaktów z Zachodem. Pisał, że oprócz tego w Związku Radzieckim zastosowano genetyczną inżynierię do wynalezienia patogenów, odpornych na wpływ środowiska i leków. Sekretnym dekretem Breżniewa z 1973 r. wystartował program, który miał na celu modernizację istniejącej broni biologicznej i opracowanie genetycznie zmienionych patogenów, odpornych na antybiotyki i szczepionki, które mogłyby zostać przekształcone w potężną broń do wykorzystania w wojnach międzykontynentalnych. Program nazywał się «Enzym».

W ogóle, lata 70-e ubiegłego wieku to nowy okres rozwoju biologii, bakteriologii i genetyki mikroorganizmów. Na styku biologii molekularnej i genetyki powstaje nowa eksperymentalna nauka-inżynieria genetyczna. Wystartowała ona w 1972 r., kiedy w laboratorium Poła Berga w USA odzyskano pierwsze zrekombinowane (hybrydne) DNA na podstawie kombinacji materiału genetycznego. W 1972 r. ekipa Poła Berga po raz pierwszy dokonała spląsingu genów (angl.-skleic) i zjednoczyła fragmenty DNA odmiennego pochodzenia. Uzyskano zrekombinowane DNA: obejmowało ono fragmenty genomu wirusa onkogennego SV40 oraz bakteriofaga zawierającego fragment genu E. coli. Inżynieria genetyczna zaczęła być stosowana w świecie roślin. Geny wirusowe zostały wprowadzone do komórek roślinnych, aby uczynić je odpornymi na wirusy i uzyskać rośliny, odporne na różne infekcje wirusowe. W świecie zwierząt nowe rasy psów są wyhodowane dzięki inżynierii genetycznej. Ponadto inżynieria genetyczna umożliwia leczenie chorób genetycznych, takich jak beta-talasemia.

Przełom w dziedzinie biotechnologii dotyczy oczywiście sfery militarnej. W maju 1986 r. Departament Obrony Stanów Zjednoczonych w raporcie dla komisji Izby Reprezentantów Kongresu USA potwierdził że inżynieria genetyczna uczyniła wojnę bakteriologiczną specjalną opcją bojową. Potwierdzono, że postępy w dziedzinie biotechnologii pozwalają na wytwarzanie nieograniczonej liczby odmian «substancji o określonych właściwościach». Nowe, nieznanne choroby zakaźne mogą stać się szczególnie niebezpiecznymi w ciągu wojny bakteriologicznej. I w warunkach działań wojennych będą potrzebne środki ochrony przed nimi (Markowicz, Hryniewicz, Markowicz, Маркович, Гриневич, Маркович, 2012).

Po tym, jak genetycy wyrazili opinię, że można zmienić właściwości patogenu za pomocą manipulacji genetycznych i uzyskać substancję biologiczną, bardziej odporną na działanie środowiska zewnętrznego i skuteczniej przenikającą do komórek organizmu, ZSRR rozpoczął pracę nad bronią biologiczną, opartą na biotechnologii genetycznej. Broń biologiczna, pomimo wszystkich swoich wad taktycznych, jest najtańszym rodzajem broni masowego rażenia pod względem produkcji. Zastosowanie biotechnologii zapewnia świetny efekt ekonomiczny przy minimalnych nakładach finansowych. Dlatego ZSRR założył specjalne Ministerstwo Bioprom, które miało zadbać o wykorzystanie biotechnologii do produkcji broni biologicznej. Następnie Ministerstwo Bioprom zmieniono na Ministerstwo Przemysłu Medycznego. Zadanie jego polegało na: zbadaniu technologii, żeby na jej podstawie wygenerować najnowszą broni biologiczną i wprowadzić ją do produkcji seryjnej. Przeszkodą w dalszym rozwoju stał się prezydent ZSRR Michaił Gorbaczow. Dlatego projekt, w który zainwestowano środki finansowe, nie został wówczas zrealizowany, ale trudno zgodzić się z faktem, że Rosja zrezygnowała z produkcji broni biologicznej (Евстигнеев, Jewstyhniejew 1999, c. 22).

Edycja genów – to zmiana lub całkowite wyłączenie niektórych genów. Proces ten niezwykle złożony i wymaga udziału wysokiej klasy specjalistów oraz drogiego sprzętu medycznego. Naukowcom zajęło wiele lat opracowanie wygodnego i skutecznego narzędzia do edycji genów. Ale istnieje jeszcze skuteczniejsza metoda, znana jako CRISPR. Dzięki tej technice edycja zajmuje zaledwie kilka tygodni, a nie wiele lat ciężkiej pracy. Metoda ta opiera się na systemie odpornościowym bakterii, który pomaga im uodpornić się na wirusy. Naukowcy wykorzystują tę technikę do rearanżacji genomu – włączania, usuwania lub przemieszczania DNA (Kwas dezoksyrybonukleinowy – w dalszej części artykułu – DNA) w genomie organizmu. Dzięki tej technice można pozbyć się chorób takich jak AIDS, zapalenie wątroby.

A wszystko zaczęło się od tego, że w 1987 r. japoński naukowiec Josidzumi Isino odkrył CRISPR w bakterii *Escherichia coli*. On zauważył w genomie tej bakterii powtarzające się elementy, oddzielone unikalnymi sekwencjami (spejserami-przerywnikami). Badania CRISPR kontynuował Francisko Mochika (Hiszpania), który w 1993 r. odkrył powtarzające się elementy w genomie archeonów. Archeony zajmują pośrednicze miejsce pomiędzy bakteriami a eukariotami, czyli nami. Procesy życiowe archeonów przebiegają zgodnie z zasadami eukariotów, a budowa ich ciała jest podobna do bakterii. Najważniejsze procesy przekazywania informacji z DNA do RNA (Kwas rybonukleinowy – w dalszej części artykułu – RNA) a następnie do białka, w komórce archeonów przebiegają według podobnych schematów eukariotów. Naukowiec Francysko Mochika zasugerował, że powtórzenia w genomie zarówno bakterii, jak i archeonów pełnią pewną ważną uniwersalną rolę. Hipoteza ta została potwierdzona. Podobne powtórzenia Mochika znalazł w genomach innych organizmów. Mianował ich CRISPR.

Powtarzający się elementy systemu CRISPR to sekwencja nukleotydów, która odczytuje się jednakowo w obu kierunkach (od lewej do prawej i od prawej do lewej). Natomiast spejsery-przerywniki – to fragmenty DNA wirusów, już znanych komórce, z którymi komórka już miała kontakt. CRISPR to inaczej układ odpornościowy bakterii, który chroni ją przed wirusami i pozwala na natychmiastowe rozpoznanie i zaatakowanie wirusów przy pomocy białek Cas, związanych z CRISPR. Cas-białki zawsze znajdują się w pobliżu sekwencji CRISPR w DNA. Jak tylko wirus zaatakuje bakterię, ona szybko wytwarza kopię RNA z archiwum DNA. RNA niesie informację o wirusie. Białko Cas9 łączy się z tym RNA i porównuje każdy znaleziony nukleotyd wirusowego DNA z kopią z archiwum. Gdy Cas9 znajdzie 100 % dopasowania, on obcina wirusowy DNA, neutralizując go i chroniąc bakterię przed wirusem. Cas9 jest bardzo dokładny jak chirurg DNA (Генетична).

Białko to stało się przedmiotem badań i w 2012 r. naukowcy wywnioskowali, że CRISPR można wykorzystać do ataku biologicznego – edycji genów w genomie człowieka. W laboratorium produkują CRISPR RNA z pożądanym spejserem-przerywnikiem. Ten RNK łączy się z białkiem Cas9, który wycina problematyczny fragment DNK. Technologia CRISPR-Cas9 to technologia molekularnych nożyczek, które potrafią wyciąć cząsteczkę DNA, i zamienić ją na nową sekwencję genów. Tak poprzez edycję genomu można wyciąć wiele chorób genetycznych. Najłatwiej to zrobić na embrionalnej komórce, kiedy ludzkie ciało ma tylko jedną komórkę. Zastosowanie CRISPR-Cas9 w komórkach embrionalnych pozwala takim «zmianom» stać się częścią dziedzicznego kodu genetycznego, przekazywanego następującym pokoleniom.

W kontekście broni biologicznej jasne jest, że z biotechnologią CRISPR w skutku zmian biogenetycznych DNA i RNA, mogą wystąpić nowe odmiany wirusów i bakterii, wywołujące epidemię nieznanych chorób zakaźnych. Broń biogenetyczna wywołuje zmiany w genomie ludzkim, które przekazują się dziedzicznie. Na Międzynarodowej konferencji Genewskiej, związanej z niepopowszechnieniem broni chemicznej i biologicznej w 2019 r. zabrzmiało zaniepokojenie z powodu łatwego sposobu edycji genomu z wykorzystaniem technologii CRISPR. Stosując CRISPR można zniszczyć lub zmienić byle jaki gen w DNA żywego organizmu, również człowieka. U ludzi geny są parne – czyli 2 aleli genów. Jak zginię jedna – pracuje pozostała. Z pomocą CRISPR można zniszczyć od razu 2 aleli. System ten został aprobeowany na komarach malarii, i w ciągu 5–7 pokoleń zginęła cała populacja (Зварич, Зварич, 2020).

Obecnie politycy w krajach autorytarnych już mówią o wykorzystaniu CRISPR do celów militarnych. Szczególnie podczas Światowego Festiwalu Młodzieży i Studentów w październiku 2017 r. Władimir Putin opowiedział o pożądanym genetycznym modyfikacjach, takich jak uniwersalni żołnierze bez strachu, bólu, litości i współczucia. A podczas spotkania rządowego na temat rozwoju technologii genetycznej w Rosji, Rosjanie powiedzieli, że opracowali białko CRISPR Cas13a, tańsze i doskonalsze niż Cas9.

Dla tego technologia znana jako CRISPR staje się zagrożeniem dla bezpieczeństwa międzynarodowego. CRISPR umożliwia szybkie i tanie wytwarzanie broni biologicznej, a wkrótce być może nawet superżołnierzy, którzy będą dominować w przyszłych wojnach. Główną kwestią edycji genów jest to, że narzędzia do CRISPR są bardzo łatwe do zdobycia i kosztują tanio.

Chiny wprowadzili technologię CRISPR i pragną zostać światowym liderem w dziedzinie edycji genetycznej dla wojska. Chińska Armia Ludowa zainteresowana poprawą wytrzymałości i doskonałości swoich żołnierzy, a CRISPR może w przyszłości tego dokonać (Генне, 2017).

Rewolucja w biotechnologii spowodowała możliwość ukierunkowanego działania na aparat genetyczny roślin, zwierząt i ludzi. Istnieje zatem zagrożenie światowego bezpieczeństwa biologicznego w przypadku celowego wykorzystania osiągnięć nauki przeciwko ludzkości; istnieją technologie i sprzęt o podwójnym przeznaczeniu; mogą być przypadki «nieuprawnionego» wycieku niebezpiecznych substancji biologicznych poza granice ośrodków badawczych lub innych instytucji z nimi współpracujących. Osiągnięcia inżynierii genetycznej wykorzystywane do broni biologicznej, mogą w niedalekiej przyszłości doprowadzić do wyścigu uzbrojeń.

Wnioski:

1. Analizując konflikty zbrojne różnych okresów, można zauważyć, że wojny i epidemie są zawsze ściśle związane, wojnom często towarzyszą epidemie, zwłaszcza szczególnie groźne.

2. Ludzkość nieustannie toczy wojny i cierpi z powodu epidemii, próbując wykorzystać epidemie do celów militarnych i zniszczenia wroga. Wysiłki te doprowadziły do rozwoju i produkcji broni biologicznej.

3. Broń biologiczna jest zakazana na podstawie międzynarodowych dokumentów, jest bronią masowego rażenia i stosunkowo najtańszym i najniebezpieczniejszym rodzajem broni.

4. ZSRR był potężnym wynalazcą i producentem broni biologicznej oraz pionierem w wykorzystaniu osiągnięć genetyki dla rozwoju broni biologicznej (Świerdłowski, epidemia wąglika), przetestował ją na żywych organizmach.

5. Inżynieria genetyczna doprowadziła do opracowania nowego typu broni-biogenetycznej. Technologia CRISPR, która pozwala na zmianę genomu mikroorganizmów, zwierząt i ludzi, stała się dostępna i tania oraz pozwala na produkcję broni biologicznej z selektywnym pokonaniem wroga, występu nowych, sztucznych szczepów mikroorganizmów, zmianę ludzkiego genomu w celu poprawy cech fizycznych żołnierzy.

6. Postępy w inżynierii genetycznej są wykorzystywane do ulepszenia broni biologicznej, co może w niedalekiej przyszłości doprowadzić do wyścigu uzbrojeń.

ŹRÓDŁA I LITERATURA

Alibek, K., Handelman, S. (1999). *Biohazard: The Chilling True Story of the Largest Covert Biological Weapons Program in the World – Told From Inside by the Man Who Ran It*. New-York: Random House.

Kopeć, R. (2014). Zastosowanie broni biologicznej w konfliktach zbrojnych i atakach terrorystycznych. *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia de Securitate et Educatione Civili IV*, 49–71. https://www.researchgate.net/publication/320624463_Zastosowanie_broni_biologicznej_w_konfliktach_zbrojnych_i_atakach_terrorystycznych

Napieralska, A. H. (2022). Chemical and biological weapons a real threat in the armed conflict of Russia and Ukraine. *Defence science review*, 13, 64–74.

Ewolucja broni biologicznej w świetle dziejów. *Wojskowe Centrum Kształcenia Medycznego w Łodzi im. gen. bryg. dr. med. Stefana Hubickiego*. https://wckmed.wp.mil.pl/u/Ewolucja_broni_biologicznej_w_swietle_dziejow.pdf

Беляков, В. Д., Жук, С. Г. (1978). *Учебное пособие по военной гигиене и эпидемиологии*. Москва: «Медицина».

Від чуми до сибірської виразки: що таке біологічна зброя та де її застосовували. (2020, 12 березня). <https://tsn.ua/svit/vid-chumi-do-sibirskoyi-virazki-scho-take-biologichna-zbroya-ta-de-yiyi-zastosovuvali-1498113.htm>

Генетична інженерія. CRISPR. (2018, 8 червня). *Футуро*. <https://futuro.in.ua/videos/278-henetychna-inzheneriya-crispr.html>

Генне редагування в Китаї: вигідна наука чи нова військова загроза. (2017, 28 липня). *TCH*. <https://tsn.ua/blogi/themes/politics/genne-redaguvannya-v-kitayi-vigid-na-nauka-chi-nova-viyskova-zagroza-968245.html>

Дідур, О. (2020, 9 квітня). Бактеріологічний кулак імперії. *АрміяInform*. <https://armyinform.com.ua/2020/04/09/bakteriologichnyj-kulak-imperiyi/>

Евстигнеев, В. (1999). Штамм еболы в Россию привезли разведчики. *Ядерный контроль*, 46/4.

Зварич, О. (2020, 21 травня). Рукотворність COVID-19, біозброя та українські тести: інтерв'ю з академіком, молекулярним біологом Михайлом Тукалом. *Українська правда*. <https://life.prawda.com.ua/health/2020/05/21/241056/>

История о русском секретном оружии «Красная смерть». Как советская биотехнология стимулировала развитие западной науки. (2004, 23 сентября) http://www.ufg.com.ua/wu/print.php?module=country&func=displaynew&news=342&dates=2004_09

Казан, Е., Голубовська, О. (2020). Роль львівських вчених у подоланні епідемій: Рудольф Вайгль та Генрик Мосінг. *З історії західноукраїнських земель*, 16, 224–235.

Каныгин, П. (2018, 22 травня). Трагедия Свердловска-19 в СССР. «Припугнули меня, и я 40 лет так и молчала». *Україна кримінальна*. <https://cripo.com.ua/stories/?p=247116/>

Маркович, І. Г., Гриневич, О. Й., Маркович, І. Ф. (2012). Аналіз загроз та оцінка ризиків, пов'язаних із використанням біологічних агентів. *Український медичний часопис*, 3/4, 2(88), 41–45.

Мосов, С. П., Чубіна, Т. Д. (2021). Історія епідемічних втрат у воєнних конфліктах. *І Міжнародна наукова конференція «Воєнні конфлікти та техногенні катастрофи: історичні та психологічні наслідки» (до 35 роковин аварії на Чорнобильській АЕС)*, 78–80.

Ткачук, А. (2017). Особливості вивчення біологічних небезпек, що пов'язані з масовим поширенням інфекційних захворювань. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*, 11/4, 193–197.

Фёдоров, Л. (2005). *Советское биологическое оружие: история, экология, политика*. Москва. <http://www.seu.ru/cci/lib/books/bioweapon/1/04.htm>

Якимець, В. М., Печиборщ, В. П., Огороднійчук, І. В., Якимець, В. В., Печиборщ, О. В. (2022). Медичний захист при застосуванні біологічної зброї. *Український журнал військової медицини*, 3, 66–80.

REFERENCES

Alibek, K., & Handelman, S. (1999). *Biohazard: The Chilling True Story of the Largest Covert Biological Weapons Program in the World – Told from Inside by the Man Who Ran It*. New-York: Random House (in English).

Копець, Р. (2014). Zastosowanie broni biologicznej w konfliktach zbrojnych i atakach terrorystycznych. *Annales Uniwersitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia de Securitate et*

Educatione Civili IV, 49–71. https://www.researchgate.net/publication/320624463_Zastosowanie_broni_biologicznej_w_konfliktach_zbrojnych_i_atakach_terrorystycznych (in Polish).

Napieralska, A. H. (2022). Chemical and biological weapons a real threat in the armed conflict of Russia and Ukraine. *Defence science review*, 13, 64–74 (in English).

Ewolucja broni biologicznej w świetle dziejów. *Wojskowe Centrum Kształcenia Medycznego w Łodzi im. gen. bryg. dr. med. Stefana Hubickiego*. https://wckmed.wp.mil.pl/u/Ewolucja_broni_biologicznej_w_swietle_dziejow.pdf (in Polish).

Bieliakov, V. D., & Zhuk, Je. G. (1978). *Uchiebnoie posobiie po voiennoi gigienie i epidemiologii*. Moskva: «Medysyna» (in Russian).

Vid chumy do sybirs'koi vyrazky: shcho take biolohichna zbroia ta de jii zastosovuvaly (2020, Berezen 12) <https://tsn.ua/svit/vid-chumi-do-sibirskoyi-virazki-scho-take-biologichna-zbroia-ta-de-yiyi-zastosovovali-1498113.htm> (in Ukrainian).

Henetychna inzheneriia. CRISPR. (2018, Cherven 8) *Futuro* <https://futuro.in.ua/videos/278-henetychna-inzheneriia-crispr.html> (in Ukrainian).

Henne redahuvannia v Kytai: vyhidna nauka chy nova viiskova zahroza. (2017, Lypen 28). *TSN* <https://tsn.ua/blogi/themes/politics/genne-redaguvannya-v-kitayi-vigidna-nauka-chi-nova-viyskova-zagroza-968245.html> (in Ukrainian).

Didur, O. (2020, Kvitin 9). Bakteriologichnyi kulak imperii. *ArmiiaInform* <https://armyinform.com.ua/2020/04/09/bakteriologichnyj-kulak-imperiyi/> (in Ukrainian).

Jevstiegnieev, V. (1999). Shtamm eboly v Rossiiu privezli razviedchiki. *Jadiernyi kontrol*, 46/4 (in Russian).

Zvarych, O. (2020, Traven 21). Rukotvornist COVID-19, biozbroia ta ukraiński testy: interviu z akademikom, molekuliarnym biolohom Mykhailom Tukulom. *Ukrainska pravda* <https://life.prawda.com.ua/health/2020/05/21/241056/> (in Ukrainian).

Istoria o russkom siekrietnom oruzhii «Krasnaia smiert». Kak sovietskaia biotekhnologiiia stimulirovala razvitie zapadnoi nauki. (2004, Sentiabr 23). http://www.ufg.com.ua/wu/print.php?module=country&func=displaynew&news=342&dates=2004_09 (in Russian).

Kazan, E., & Holubovska, O. (2020). Rol lvivskych vchenykh u podolanni epidemii: Rudolf Vaigl ta Henryk Mosing. *Z istorii zakhidnoukrainskykh zemel*, 16, 224–235 (in Ukrainian).

Kanygin, P. (2018, Traven 22). Tragiediiia Svierdlovska-19 v SSSR. «Prignuli mienia, i ja 40 let tak i molchala». *Ukraina kryminalna*. <https://cripo.com.ua/stories/?p=247116/> (in Russian).

Markovych, I. H., Hrynevych, O. J., & Markovych, I. F. (2012). Analiz zahroz ta otsinka ryzykiv, poviazanykh iz vykorystanniam biolohichnykh ahentiv. *Ukrainskyi medychnyi chasopys*, 3/4, 2(88), 41–45 (in Ukrainian).

Mosov, S. P., & Chubina, T. D. (2021). Istoriia epidemichnykh vtrat u voiennykh konfliktakh. *I Mizhnarodna naukova konferentsiia «Voieni konflikti ta tekhnohenni katastrofy: istorychni ta psykhologichni naslidky» (do 35 rokovyn avarii na Chornobylskii AES)*, 78–80 (in Ukrainian).

Tkachuk, A. (2017). Osoblyvosti vyvchennia biolohichnykh nebezpek, shcho poviazani z masovym poshyrenniam infektsiinykh zakhvoriuvan. *Naukovi zapysky. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnologichnoi osvity*, 11/4, 193–197 (in Ukrainian).

Fiodorov, L. (2005). *Sovietskoie biologicheskoe oruzhie: istoria, ekologia, politika*. Moskva. <http://www.seu.ru/ccl/lib/books/bioweapon/1/04.htm> (in Russian).

Jakymets V. M., Pechyborshch, V. P., Ohorodniichuk, I. V., Jakymets, V. V., & Pechyborshch, O. V. (2022). Medychnyi zakhyst pry zastosuvanni biolohichnoi zbroi. *Ukrainskyi zhurnal viiskovoi medycyny*, 3, 66–80 (in Ukrainian).

Емілія КАЗАН

кандидат історичних наук

доцент кафедри воєнної історії

Національної академії сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0997-6945>

e-mail: kazan.emilia@gmail.com

Орислава ГОЛУБОВСЬКА

завідувач навчального кабінету

Національної академії сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4635-3445>

e-mail: orusyag@gmail.com

Ігор ЗАБОЛОТНЮК

професор кафедри тактики

Національної академії сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного

аспірант

Інституту українознавства ім. І. Крип'якевича

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6153-1110>

e-mail: igor171976@ukr.net

БІОЛОГІЧНА ЗБРОЯ ЯК ПОТУЖНА ВІЙСЬКОВА ЗАГРОЗА

Проаналізовано бойові та небойові санітарні втрати під час воєнних дій різних періодів. Зазначено, що армія, як і все людство, більше страждала від епідемій, ніж від зброї. Показано, що біологічну зброю для штучного спричинення епідемій використовували від часів монголо-татар до Першої та Другої світових воєн. Наголошено, що біологічна зброя як засіб масового знищення була заборонена міжнародними документами, але провідні країни світу, зокрема СРСР, протягом усього свого існування виробляли її в умовах підвищеної секретності, всупереч міжнародним угодам.

Зазначено, що у 1970-х роках з'явилася нова біологічна наука – генна інженерія, а наприкінці 1980-х років було відкрито технологію CRISPR як методику редагування геномів мікроорганізмів, рослин, тварин і людини. Вказано, що спроби використання генної інженерії для виробництва нової генетично модифікованої біологічної зброї були ініційовані СРСР.

Констатовано, що у сучасних умовах бурхливого розвитку біотехнологій дешевий і швидкий метод CRISPR викликає появу штучних вірусів, стійких генетично модифікованих штамів і спричиняє спадкові зміни геному людини. Технологія CRISPR може бути використана для виробництва біогенетичної зброї, що впливає на відповідну категорію військовослужбовців за певними ознаками (віком, статтю та ін.). Зазначено, що розробка біологічної зброї провідними країнами світу (США, Китай, Росія) може призвести до нової гонки озброєнь і що її використання як зброї масового знищення створює загрозу існуванню людства.

Ключові слова: біологічна зброя, епідемія, сибірська виразка, CRISPR.